

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС

на

Геолозите на Република Македонија

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

**-КНИГА 2-**



**Уредници:**

Лепиткова, С. & Боев, Б.

*Струга, 2016*

*Посебно издание на  
Geologica Macedonica, № 4*

МАКЕДОНСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

ТРЕТ КОНГРЕС  
на  
Геолозите на Република Македонија

# ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

-КНИГА 2-

*Уредници:*  
Лепиткова, С. & Боев, Б.

Струга, 2016

**Издавач:** Македонско геолошко друштво

**Главни и одговорни уредници:** Проф. д-р Соња Лепиткова и  
Проф. д-р Блажо Боев

**Уреднички одбор:** Проф. д-р Тодор Серафимовски (Р.Македонија), Проф. д-р Блажо Боев (Р.Македонија), Acad. Prof. Vladimir Bermanec PhD (Croatia), Акад. проф д-р Владица Цветковиќ (Србија), Acad. prof. Ivan Zagorchev PhD (Bulgaria), Prof. Tadej Dolenec PhD (Slovenia), Prof. David Alderton PhD (Great Britain), Prof. Wolfgang Todt PhD (Germany), Акад. проф. д-р Николај С. Бортников (Русија), Prof. Clark Burchfield PhD (USA), Prof. Thierry Auge PhD (France), Проф. д-р Тодор Делипетров (Р.Македонија), Проф. д-р Милорад Јовановски (Р.Македонија), Проф. д-р Споменко Михајловиќ (Србија), Проф. д-р Драган Миловановиќ (Србија), Проф. д-р Дејан Прелевиќ (Germany), Prof. Albrecht von Quadt (Switzerland) PhD.

**Технички уредник:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Печати:** Печатница "2-ри Август С" -Штип

**Тираж:** 300 примероци

## Организационен одбор на Третиот Конгрес на Геолозите на Република Македонија

**Претседател:** Проф. д-р Соња Лепиткова  
**Секретар:** д-р Златко Илијовски

**Технички секретар:** Доц. д-р Игор Пешевски

**Членови:** Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Тодор Серафимовски  
Проф. д-р Милорад Јовановски  
Проф. д-р Орце Спасовски  
Проф. д-р Војо Мирчовски  
д-р Коста Јованов  
м-р Флорент Чиче  
Кирил Филев

### Финансиска поддршка:

ДПТУ „Бучим“ ДОО-Радовиш  
АДОРА ИНЖЕНЕРИНГ ДООЕЛ – Скопје  
Рудник “САСА” ДООЕЛ – Македонска Каменица  
Градежен Институт „Македонија“ АД – Скопје  
ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје  
„Мермерен комбинат“ АД – Прилеп  
Простор ДОО – Куманово  
„Геохидроконсалтинг“ ДООЕЛ – Скопје  
„Геохидроинженеринг“ ДООЕЛ – Скопје  
Хидроинженеринг ДООЕЛ– Битола  
Градежен факултет – Скопје, Катедра за геотехника  
„ГЕОМАП“ ДОО – Скопје  
БУЛМАК ГРУП ДООЕЛ – Скопје  
ЕУРОМАКС РЕСОУРЦЕС ДОО – Скопје  
САРДИЧ МЦ ДООЕЛ – Скопје  
МАРКОВСКИ КОМПАНИ БОРЧЕ ДООЕЛ – Битола  
DIWI Македонија ДООЕЛ – Скопје  
ВАРДАРГРАДБА ДОО – Скопје

## ПРЕДГОВОР

Геологијата како природна фундаментална наука има незаменливо значење за општеството и е оној камен темелник на кој се засновани голем број гранки од инженерството и индустријата.

Нејзиното значењето кај нас е многу јасно препознаено уште во далечната 1944 година, кога со одлука на Президиумот на АСНОМ е формиран Геолошкиот институт на НРМ, прва македонска геолошка институција.

Денес Македонското геолошко друштво како еден од главните промотори на геолошката наука во нашата земја, е пред нов предизвик, организирањето на Третиот Конгрес на геолозите на Република Македонија.

Организациониот и Научниот одбор на Третиот Конгрес, имајќи ја предвид долгата традиција на геолошката наука, но истовремено согледувајќи го актуелниот момент, одлучија носечките теми на Конгресот да бидат поврзани со:

- Геологијата и општеството,
- Фундаменталната геологија и
- Геологијата и економијата.

За овие теми во овој Зборник се публикувани вкупно 105 оригинални научни трудови, кои се подготвени од преку 350 автори и коавтори од поголем број на земји. Низ трудовите се елаборирани резултати од вредни и долготрајни истражувања на нашите и странските инженери и научни работници.

Од пристигнатите трудови може да се забележи поврзаноста на традиционалните истражни методи и примената на нови современи технологии и алатки при геолошките проучувања, вклучувајќи најсовремени теренски и лабораториски инструментални методи, системи за обработка, чување на податоци и следење на параметрите на животната средина. Се надеваме, дека прикажани ставови, размислувања и резултати ќе ги зацврстат досегашните знаења, и ќе се поттикнат идеи за значајни нови истражувања.

Затоа, Организациониот одбор искрено им се заблагодарува на сите автори, учесници и помагачи на Конгресот, кои сите заедно со пожртвуваноста овозможиле овој Зборник да биде нешто со кое сите ќе се гордееме.

## PREFACE

Geology as a natural and fundamental science is of great importance for the society and it is the foundation of many engineering and industry branches.

Its' importance in our country was clearly recognized in 1994, when the presidium of ASNOM reached a decision to establish a Geological institute of NRM, the first Macedonian geological institution.

Nowadays, the Macedonian geological society as one of the main promoters of the geological science in our country, has accepted a new challenge, the organization of the Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia.

The Organizing and scientific committees of the Third congress, given the long tradition of the geological science, at the same time looking at its' current state, has decided that the main topics of the Congress are related to:

- Geology and society
- Fundamental geology and
- Geology and economy

There is a total of 105 original scientific papers published in these Proceedings, prepared by over 350 authors and coauthors from number of countries for these proceedings. Results from valuable and long investigations of our and the foreign engineers and scientific workers have been elaborated through the papers.

From the papers, it could be noted that there is a strong connection between the traditional investigation methods and the new contemporary technologies and tools in geological explorations, including the latest field and laboratory instrumental methods, systems for processing and data storage, and monitoring environmental parameters. We hope that, the presented views, considerations and results will strengthen the existing knowledge, and will encourage ideas for new significant research.

Therefore, the Organizing Committee would like to sincerely thank all the authors, participants and supporters of the Congress, who along with their devotion helped making us all proud of this Proceedings book.

**Претседател  
на Организационен  
Одбор**

**President  
of Organizing  
Committee**

Проф. д-р Соња Лепиткова

## КНИГА 2

### СОДРЖИНА

### CONTENTS

## 2. Фундаментална Геологија

PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF CLASTIC SEDIMENTARY ROCKS IN SV. BARBARA MINE IN RUDE NEAR SAMOBOR, SAMOBORSKA GORA MT. <i>Šime Bilić, Vesnica Garašić</i>	369
PETROLOGY OF GNEISSES FROM THE VRŠAC MOUNTAINS <i>Dragan Milovanović, Danica Srećković-Batočanin, Emin Memović</i>	371
МИНЕРАЛОШКО – ПЕТРОГРАФСКИ И ХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ГРАНИТОИДНИТЕ КАРПИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ПЕШТАНИ, ЗАПАДНА МАКЕДОНИЈА <i>Сашио Стојков, Даниел Спасовски, Орце Спасовски</i>	373
МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОГРАФСКИ И ГЕОХЕМИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СКАРНОВИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО ИБЕРЛИ <i>Кука Шпритова</i>	379
GARNET-ANDALUSITE/SILLIMANITE-BIOTITE XENOLITHS FROM THE DACITE OF SLAVKOVICA (LJIG, SW SERBIA) <i>Nada Vasković, Danica Srećković – Batočanin, Suzana Erić, Vesna Matović</i>	389
BLADED QUARTZ TEXTURE AND ITS RELATIONSHIP TO ELECTRUM MINERALIZATION IN THE EOCENE, LOW-SULFIDATION KUKLITSA GOLD DEPOSIT, SE BULGARIA PRELIMINARY DATA <i>Irina Marinova, Elena Tacheva</i>	393
ASSOCIATION OF OXIDE MINERALS – CONCENTRATORS OF CHALCOPHILE ELEMENTS (Pb, Zn, Sb) FROM THE “MIXED SERIES” NEAR NEŽILOVO VILLAGE, MACEDONIA <i>Simeon Jancev, Nikita V. Chukanov, Vera N. Ermolaeva</i>	401
LORANDITE AND ORPIMENTE FROM EDIT-25 NORTH PART OF ALSHAR DEPOSIT <i>Ivan Boev, Blazo Boev</i>	405
NEW INVESTIGATIONS ON DUNJE PEGMATITE, MACEDONIA I: THE CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE ABOUT ALKALI FELDSPARS AND ITS MINERAL PARAGENESIS <i>Vladimir Zebec, Snježana Mikulčić Pavlaković, Marin Šoufek, Blažo Boev, Ivan Boev, Vladimir Bermanec</i>	413

NEW INVESTIGATIONS ON DUNJE PEGMATITE, MACEDONIA II: RELATION TO HOST METAMORPHIC ROCKS AND ADJACENT GRANITE INTRUSIONS	
<i>Nenad Tomašić, Andrea Čobić, Blažo Boev, Ivan Boev, Vladimir Bermanec</i>	417
MOISSANITE METEORITE IN TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA	
<i>Blazo Boev, Velo Markovski, Ivan Boev</i>	421
МИНЕРАЛОШКО-ПЕТРОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИКАШИСТИТЕ ОД ОКОЛИНАТА НА С.БОНЧЕ, ПРИЛЕП	
<i>Филип Јованоски, Тена Шијакова-Иванова, Блажо Боев, Виолета Стефанова</i>	425
ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА МИНЕРАЛИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО ЗА ОЛОВО И ЦИНК "ЗЛЕТОВО" СО ПРИМЕНА НА РЕНДГЕНСКО ДИФРАКЦИОНА МЕТОДА	
<i>Елена Наунова, Тена Шијакова-Иванова, Блажо Боев</i>	431
GEOCHEMICAL FEATURES OF SILURIAN - DEVONIAN SECTION OF PELAGONIANE ZONE IN ALBANIA	
<i>Irakli Prifti, Ilir Alliu, Agim Ymeri</i>	437
GEOMICROBIOLOGICAL OBSERVATION IN MAJDANSKA REKA, ALLCHAR, MACEDONIA	
<i>Vladimir Bermanec, Jasna Hrenović, Željka Fiket, Ladislav Palinkaš, Ivan Boev, Blažo Boev</i>	447
RADIONUCLIDES IN SOIL, MOSSES, AND MUSHROOM OF THE PRAŠNIK RAINFOREST (CROATIA)	
<i>Gordana Mednuić, Gordana Marović, Jasminka Senčar</i>	451
SCANNING ELECTRON MICROSCOPY STUDIES OF PARTICLES (PM-10) FROM THE TOWN OF KAVADARCI AND VILAGE VOZARCI, REPUBLIC OF MACEDONIA	
<i>Ivan Boev, Sonja Lepitkova, Blazo Boev</i>	453
КВАЛИТЕТ НА АМБИЕНТАЛЕН ВОЗДУХ- СУСПЕНДИРАНИ ЧЕСТИЧКИ (ПМ-10) ВО ОБЛАСТА ТИКВЕШ	
<i>Иван Боев, Дејан Миравовски, Марија Хаџи Николова, Блажо Боев</i>	459
GEO THERMOBAROMETRIC INVESTIGATIONS OF HERCYNIAN GRANITOIDS OF EAST SERBIA	
<i>Dragana Bosić, Suzana Erić, Kristina Šarić, Bojan Kostić, Vladica Cvetković, Dragan Jovanović</i>	467

MIGRATION OF MICROELEMENTS B, NI, MO, AS, V IN COAL FORMATION SIBOVČ FIELD OF KOSOVO BASIN	
<i>Agim Ymeri, Çerçiz Durmishi, Irakli Prifti, Adil Januzi</i>	469
СЕИЗМОТЕКТОНСКИ ЗОНИ И СЕИЗМИЧКИ ХАЗАРД ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	
<i>Никола Думурианов, Зоран Милутиновиќ, Радмила Шалиќ</i>	477
MAP OF THE MOHO DISCONTINUITY OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA	
<i>Todor Delipetrov, Krsto Blazev, Blagica Doneva, Risto Popovski</i>	493
ТЕКТОНСКА РЕОНИЗАЦИЈА И СЕИЗМИЧНОСТ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	
<i>Благоица Донева, Тодор Делипетров, Ѓорѓи Димов, Зоран Панов, Радмила К. Стефановска</i>	497
ПРОЕКТ ЗА ИЗРАБОТКА НА ДИГИТАЛНИ ГЕОФИЗИЧКИ КАРТИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА ВО ГИС ТЕХНОЛОГИЈА СО ТОЛКУВАЧИ	
<i>Новица Столиќ, Ивица Андов</i>	503
НОВИ СОЗНАНИЈА ЗА ГЕОМАГНЕТНОТО ПОЛЕ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	
<i>Марјан Делипетрев, Владимир Маневски, Крсто Блажев</i>	513
МЕТОД НА КОМБИНАЦИЈА НА ГЕО – ЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ И КАРТИРАЊЕ	
<i>Владимир Маневски, Марјан Делипетрев, Ивица Коцев, Благој Делипетрев</i>	521
KOENIGSBERGER RATIO AND TOTAL MAGNETIC FIELD ANOMALY REDUCTION TO THE POLE FOR THE AREA OF MACEDONIA	
<i>Vesna Cvetkov, Dragana Đurić, Vesna Lesić, Miroslav Starčević, Mirko Petković, Snežana Petrović</i>	529
2D GEOPHYSICAL MODELS OF DEMIR KAPIJA ORPHIOLITE COMPLEX	
<i>Dragana Đurić, Vesna Cvetkov, Ivana Vasiljević, Spomenko Mihajlović, Vladica Cvetković</i>	535
ГРАВИМЕТРИСКИ МРЕЖИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	
<i>Новица Столиќ, Мирослав Старчевић, Сашио Димески</i>	539
COMPARING GEOMAGNETIC FIELD DAILY ANOMALIES AND GEOSPATIAL SEISMICITY AND ATMOSPHERE DATA IN BALKAN COUNTRIES DURING THE BLACKSEAHAZNET PROJECT	
<i>Milena Cukavac, Strachimir Cht. Mavrodiev, Lazo Pekevski, Spomenko J. Mihajlovic</i>	547



APPLICATION OF IP/RESISTIVITY “REAL SECTION” TECHNIQUE IN SEARCH FOR SULPHIDE MINERALIZATION IN SERBO – MACEDONIAN MASSIF, KOSOVO <i>Përparim Alikaj, Altin Karriqi, Erjon Çollaku</i>	553
ORE MINERALIZATION AT STUDIED GEOMAGNETIC ANOMALIES ON MT. GOLIIJA <i>Jovan Kovačević, Boris Vakanjac, Nikolić Dušan, Mihajlo Pandurov</i>	559
РЕГИСТРАЦИЈА НА ШУМАНОВ РЕЗОНАНС (ПЛ. ПЛАЧКОВИЦА) <i>Лазо Пекевски, Ристо Поповски, Зоран Панов, Страшимир Маџродиев</i>	569

### 3. Геологија и Економија

STRUCTURAL-METALLOGENIC MAP OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA: PRINCIPLES AND CRITERIA <i>Todor Serafimovski, Alexandr Volkov, Goran Tasev</i>	573
THE AU/AG RATIO IN EPITHERMAL DEPOSITS <i>Alexander Volkov, Irina Chizhova, Anatoly Sidorov</i>	581
NEW DATA ON THE CENOZOIC VOLCANISM AND ORE MINERALIZATIONS IN THE PETROSHNITSA RIVER VALLEY, NW PART OF THE KRATOVO- ZLETOVO VOLCANIC AREA, REPUBLIC OF MACEDONIA <i>Slavcho Ivanov Mankov, Manol Stoyanov Antonov, Dmytro Rostislavovich Siroshstan, Valentin Yordanov Grozdev</i>	589
CHARACTERISTICS OF CHROMITE MINERALIZATION ON MT. JELICA <i>Predrag Mijatović, Boris Vakanjac, Dragan Jovanović, Božidar Luković</i>	597
3D MODELING OF SOME COPPER DEPOSITS IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA <i>Todor Serafimovski, Christos Christidis, Dalibor Serafimovski, Goran Tasev, Mitko Ligorovski, Igor Ivanovski, Lazar Gjorgjiev</i>	605
THE VRSHNIK ORE BODY A POSSITIVE EXAMPLE FOR EXPLORATION, EXPLOITATION AND FILLING IN THE BUCHIM COPPER MINE, EASTERN MACEDONIA <i>Kiril Filev, Todor Serafimovski, Lazar Gjorgjiev, Goran Tasev, Mite Mitev, Metodi Stojanov</i>	613
THE OCCURRENCE OF IRON MINERALIZATION IN VICINITY OF OSTENJAK (ARANDELOVAC), SERBIA <i>Nemanja Pantelić, Bojan Kostić, Predrag Vulić</i>	619

OVERVIEW OF THE NATURAL PARAMETERS FROM THE GEOLOGICAL-ECONOMICAL EVALUATION OF THE BOROV DOL ORE DEPOSIT, REPUBLIC OF MACEDONIA <i>Lazar Gjorgjiev, Todor Serafimovski, Kiril Filev, Goran Tasev</i>	621
COPPER ORECLASTS OF OLISTOSTROME ORIGIN AT BOR, SERBIA <i>Ivan Antonijević</i>	629
РЕЗУЛТАТИ ОД ПРЕЛИМИНАРНИТЕ ПРОСПЕКЦИСКИ ИСПИТУВАЊА НА ЗЛАТО ВО АЛУВИОНОТ НА ПЕКЉАНСКА РЕКА, ВИНИЦА <i>Виолета Стефанова, Марин Александров, Тодор Серафимовски, Горан Тасев, Војо Мирчовски</i>	635
SUPERGENE PROCESSES IN THE COPPER MINERALISATION AT THE KRALJIČIN ZDENAC ON THE MEDVEDNICA MT. <i>Ladislav A. Palinkaš, Danijela Šmajgl, Andreja Čobić, Vladimir Bermanec</i>	643
THE CRVEN DOL ARSENIC-THALIUM MINERALIZATION IN ALSAR DEPOST IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA <i>Ivan Boev, Blazo Boev, Sonja Lepitkova</i>	649
PREBAIKAL FORMATION ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA AS SIGNIFICANT BEARERS OF QUARTZ RAW MATERIALS <i>Krsto Blazev, Gorgi Dimov, Blagica Doneva, Marjan Delipetrov</i>	659
GENESIS OF OIL IN THE DEEPEST MIOCENE SOURCE ROCKS IN THE NORTH-WEST PART OF SAVA DEPRESSION <i>Snježana Blažeković Smojić, Vesna Hrženjak, Darko Tomašić, Tamara Troskot-Čorbić, Marina Mužina</i>	665
КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТКИ НА АМФИБОЛСКИТЕ ШКРИЛЦИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ “ПОЧИВАЛО“ ИСТОЧНА МАКЕДОНИЈА КАКО ОСНОВА ЗА НИВНА УПОТРЕБА КАКО АРХИТЕКТОНСКО – ГРАДЕЖЕН КАМЕН <i>Орце Спасовски, Даниел Спасовски</i>	675
DIMENSIONAL STONE DEPOSITS IN WESTERN MACEDONIA <i>Ljupche Kulakov</i>	681
МОЖНОСТИ ЗА КОРИСТЕЊЕ НА ОНИКСОТ И ТРАВЕРТИНОТ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ДЕКОВА ДАБИЦА КАКО АРХИТЕКТОНСКИ КАМЕН <i>Орце Спасовски, Даниел Спасовски</i>	689

ТЕКТОНСКАТА ПОВРЗАНОСТ НА РАСЕДНАТА ЗОНА ЖИВОЈНО -БРОД ГНЕОТИНО- СУВОДОЛ <i>Љупчо Петрески, Марија Манева, Анита Мартиновиќ</i>	.....	695
ГЕОЛОШКИ РЕЗЕРВИ НА ЈАГЛЕН ВО ПЕ “РУДНИЦИ”- РЕК БИТОЛА <i>Љупчо Петрески, Елизабета Митревска, Марија Манева</i>	.....	701
ЕНЕРГЕТСКА ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ НА БИТОЛСКИОТ ДЕЛ ОД ПЕЛАГОНИСКАТА КОТЛИНА НА ПРОСТОРОТ ПОМЕЃУ СЕЛАТА ЛОЗНАНИ И КАНАТЛАРЦИ НА СЕВЕР И ОРИЗАРИ И НОВАЦИ НА ЈУГ <i>Никола Богатиновски, Стојанче Николов, Петре Пасков</i>	.....	709
MINING / MINERAL SUPPORT SERVICES PROJECT <i>Duška Rokavec, Tina Benda</i>	.....	719

## ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА МИНЕРАЛИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО ЗА ОЛОВО И ЦИНК "ЗЛЕТОВО" СО ПРИМЕНА НА РЕНДГЕНСКО ДИФРАКЦИОНА МЕТОДА

<sup>1</sup>Елена Наунова, <sup>1</sup>Тена Шијакова-Иванова, <sup>1</sup>Блажо Боев

*Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев- ШТИП, elena.naunova@hotmail.com*

*Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев- ШТИП, tena.ivanova@ugd.edu.mk*

*Факултет за природни и технички науки, Универзитет Гоце Делчев- ШТИП, blazo.boev@ugd.edu.mk*

### Абстракт

Во овој труд се претставени резултатите од рендгенско дифракциона анализа на повеќе различни минерали од Злетово. Анализирањето е изведено со инструментот XRD-6100 од фирмата Shimadzu. Рендгенско дифракциона анализа е многу брза анализа за идентификација на минералите и дава доста значјни информации за нив. Од добиените резултати и прикажаните рендгенски дифрактограми на прав заклучено е дека станува збор за минералите: галенит, барит, родохрозит, халкопирит, сфалерит, кварц и калцит.

**Клучни зборови:** XRD, барит, галенит, родохрозит, халкопирит, сфалерит, кварц, Злетово

### ВОВЕД

Минералниот состав, структурно-текстурните карактеристики, парагенетските односи како и типовите на оруднување во Злетовското наоѓалиште во текот на изминатиот период детално се проучувани од страна на: Денковски (1974), Зариќ (1977, 1982), Ракиќ (1978), Блечиќ (1981, 1983) и др. Исто така минералниот состав и меѓусебните односи на минералните индивидуи подетално се обработувани од: Серафимовски (1990, 1993), Серафимовски, Боев (1990-91), Серафимовски, Петров, (1990-91), Ефремов (1993) и др. Врз база на податоците од претходните испитувања, во Злетовското рудно наоѓалиште е утврден комплексен минерален состав со околу 40 минерали. Водечки и најзначајни рудни минерали за продукцијата на олово и цинк во Злетово се галенит, сфалерит. Со нив се јавуваат: пирит, халкопирит, тетраедрит, тенантит, марказит, сидерит и делумно барит, потоа одредено пиротин, енаргит, борнит, арсенопирит,

халкозин и др. Од оксидните минерали кои се создадени во главно во контактно-метаморфно-метасоматската фаза позначајни се: магнетит, јакобсит, хематит, хаусманит и др.

Од нерудните минерали најинтензивно е застапен кварцот, следен со калцит и калцедон. Сите останати рудни минерали иако имаат широк екстензитет на појавување немаат некое поголемо значење (Серафимовски, Доленц, Тасев, 2006). Од претходните испитувања на овој локалитет е познат неговиот минерален и хемиски состав, но не се презентирани рендгенско дифракциони податоци за присутните минерали, затоа целта на овој труд е да се презентираат рендгенско дифракциони податоци за некои од позначајните минерали како (барит, галенит, сфалерит, родохрозит, халкопирит, кварц и калцит).

### МЕТОДОЛОГИЈА

Минералните примероци најпрвин се издвоени поединечно, делумно спрашени и исчистени до чисти примероци. Вака средените примероци се прашат во ахатен аван и се поготвуваат за рендгенско дифракциона анализа. За анализа е користен дифрактометар на рендгенски зраци (XRD-6100) од фирмата Shimadzu. Испитувањето е изведено при континуирано скенирање во обсеги  $5.0000^{\circ}$  –  $80.0000^{\circ}$ , брзина на скенирање

$2.000^{\circ}$  во минута, време на скенирање 0.60 s, ротационен контролен мод со брзина на ротација 60.0 rpm. Инструментот е опремен со бакарна цевка за рендгенски зраци со бранова должина на зрачењето  $\text{CuK}\alpha=1.54178 \text{ \AA}$  која работи на волтажа од  $U = 40.0 \text{ kV}$  и струен ток  $I = 30.0 \text{ mA}$ . Добиените резултати за  $2\theta$ ,  $d$  – вредностите и интензитетите ( $I$ ), се споредени со литературните податоци и податоците од JCPD стандардите.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Со анализа беа опфатени следниве минерали: галенит, барит, сфалерит, родохрозит, халкопирит, кварц и калцит.

*Галенит* ( $PbS$ ) е оловен сулфид и еден од најраспространетите сулфидни минерали. Кристализира тесарално,  $4/m\bar{3}2/m$ ,  $a = 5.936 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ ;  $V = 209 \text{ \AA}^3$ . Се јавува во добро оформени кристали кај кои се застапени рамнините  $\{100\}$  и  $\{111\}$ . По боја е оловно-сив до сребрено-сив. (Сл.1). Сјајноста му е металична. Тврдината пак,  $2\frac{1}{2}$ -3, а густината  $\rho = 7.58 \text{ g/cm}^3$ . Галенитот во Злетово се јавува заедно со пирит, пиротин, марказит, сфалерит, тетраедрит, халкопирит, тенантит,

арсенопирит, хематит, сидерит, борнит, кварц и широк дијапазон на сулфосоли. Чести се: енаргит, борнит, халкопирит, буланжерит, барит, калцит, кварц (Серафимовски, Александров, 1995).

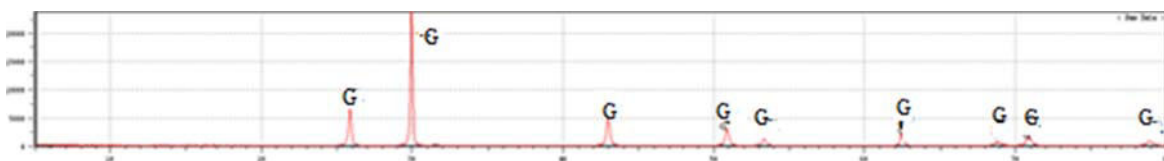
Рендгенскиот дифрактограм на галенитот е даден на (Сл. 3). Отчитаните вредности и интензитети за карактеристичните пикови се во потполна согласност со податоците од JCPDS 00 005 0592. Анализата покажува дека примерокот има најинтензивни пикови на  $2.96 \text{ \AA}$  (100),  $3.42 \text{ \AA}$  (84), и  $2.09 \text{ \AA}$  (57), а помали на  $1.79$ ,  $1.71$ ,  $1.48$ ,  $1.36$ ,  $1.32$  и  $1.21 \text{ \AA}$ .



Слика 1. Галенит од Злетово



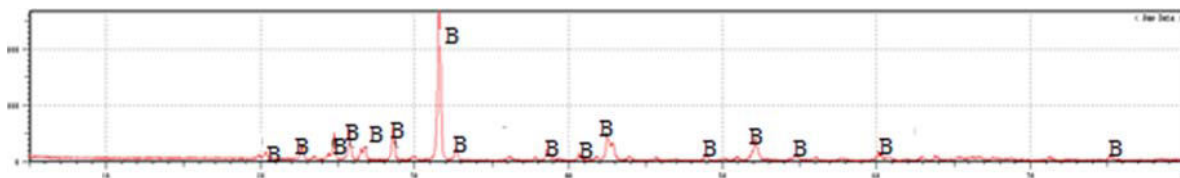
Слика 2. Барит од Злетово



Слика 3. Рендгенски дифрактограм на галенит (G-галенит)

*Баритот* е сулфат на Ва, ( $BaSO_4$ ), а заедно со целестин, англезит и анхидрит ја сочинува баритската група. Кристализира ромбично  $2/m2/m2/m$ ,  $a = 8.87 \text{ \AA}$ ,  $b = 5.45 \text{ \AA}$ ,  $c = 7.15 \text{ \AA}$ ,  $Z = 4$ ;  $V = 346.05 \text{ \AA}^3$ . Застапени кристални форми се:  $\{110\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{102\}$ ,  $\{201\}$ . По боја е бел до слабо кафеав. (Сл.2). Сјајноста му е стакласта. Тврдината е  $3$ - $3\frac{1}{2}$ , а густината  $\rho = 4.5 \text{ g/cm}^3$ . Оптички својства:  $X=c=1.6362$ ;  $Y=b=1.6373$ ;  $Z=c=1.6482$ ;  $2V=37^\circ 02'$ . На (Сл.4) е даден рендгенскиот дифрактограм на баритот. Податоците од добиениот

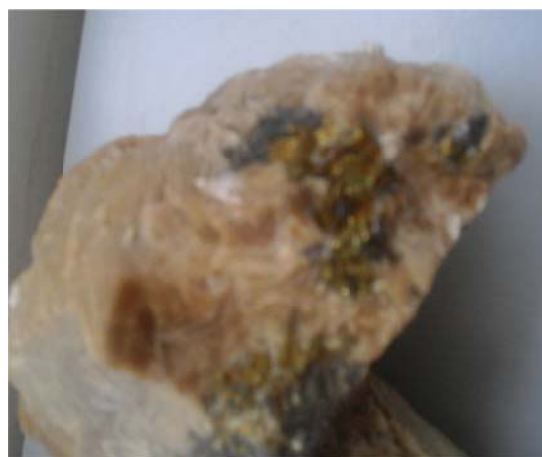
дифрактограм се спореден со податоците од JCPDS 00 005 0448 по што е констатирано дека тие се во потполна согласност. Анализата покажува дека примерокот има најинтензивни пикови на  $3.44 \text{ \AA}$  (100),  $3.10 \text{ \AA}$  (97),  $2.21(80)$  и  $2.10 \text{ \AA}$  (76), а помали на  $2.48$ ,  $2.32$ ,  $2.30$ ,  $2.28$ ,  $2.20$ ,  $1.94$ ,  $1.85$ ,  $1.78$ ,  $1.53$ ,  $1.49$ ,  $1.47$ ,  $1.45$  и  $1.42 \text{ \AA}$ . Во Злетово, баритот се создавал во средно до ниско-температурната сулфидно-сулфосолна и ниско-температурната оксидно-карбонатна парагенеза Серафимовски, Александров, 1995)



Слика 4. Рендгенски дифрактограм на барит (В-барит)

*Родохрозит* ( $MnCO_3$ ) Кристализира тригонално,  $\bar{3}m$ ,  $a = 4.77\text{\AA}$ ,  $c = 15.67\text{\AA}$ ,  $V = 309.68\text{\AA}^3$ ,  $Z=6$ . Кристални форми во кои се појавува се:  $\{1011\}$ ,  $\{1120\}$ . Има розово-кафеава боја и се јавува во асоцијација со барит и галенит (Сл.5). Сјајноста му е стакласта. Крт е. Цепливоста е совршена  $\{10\bar{1}1\}$ . Тврдината е

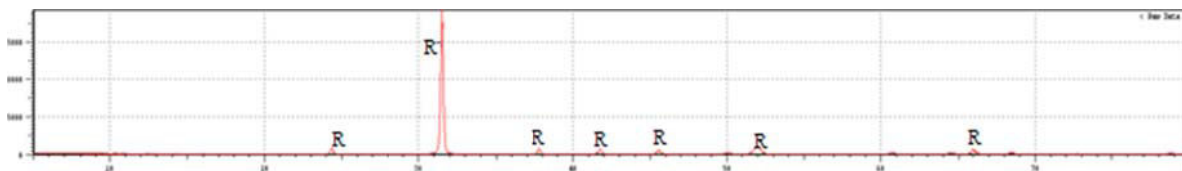
$3\frac{1}{2}$ -4, а густината  $\rho = 3.7\text{ g/cm}^3$ . Оптички својства:  $n_\omega = 1.814$ - $1.816$   $n_e = 1.596$  -  $1.598$ . Родохрозитот од Злетово е поврзан заниско-температурната оксидно-карбонатна парагенеза кога се создавале ниско-температурните минерали: сидерит, калцит, олигонит, барит, кварц и др.



Слика 5. Родохрозит со барит

Добиените податоци за  $d$ -вредности и интензитети од рендгенскиот дифрактограм на (Сл.7) се во потполна согласност со податоците од JCPDS 01 083 1763. Трите

Слика 6. Халкопирит (златно жолт) и барит карактеристични пика се:  $2.83\text{\AA}$  (100),  $3.65\text{\AA}$  (35),  $1.75\text{\AA}$  (35), а има помали на  $2.16$ ,  $1.99$ ,  $1.82$ ,  $1.76$ ,  $1.53$ ,  $1.41\text{\AA}$ .



Слика 7. Рендгенски дифрактограм на родохрозит (R-родохрозит)

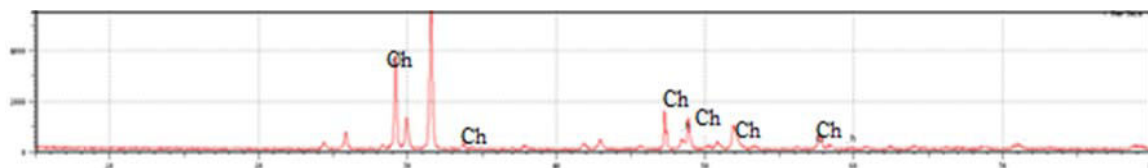
*Халкопирит* ( $CuFeS_2$ ) кристализира тетрагонално,  $42m$ ,  $a = 5.289\text{\AA}$ ,  $c = 10.423\text{\AA}$ ,  $Z=4$ ,  $V = 291.57\text{\AA}^3$ . По боја е златно-жолт. Крт е. Цепливоста е несовершена по  $\{011\}$ . Сјајноста му е металична. Тврдината  $3\frac{1}{2}$ -4, а густината  $\rho = 4.1\text{ g/cm}^3$ . Оптички е непрозирен минерал. Во одбиена светлина има изразито жолта боја. Количината на одбиена светлина во воздух е

41%, а во масло 32%. Бирефлексијата е поизразена во масло додека во воздух е послабо изразена. Со вкрстени николи изотропноста е слабо изразена.

Се јавува заедно со галенит, родохрозит, кварц и калцит (Сл.6). Добиените податоци од рендгенскиот дифрактограм даден на (Сл.8), за  $d$ -вредности и интензитетите:  $3.03\text{\AA}$  I



(100), 1.86 I (37) и 1.59 I (27) и помали на потполна согласност со податоците од 2.64, 1.86, 1.57, 1.51, 1.32, 1.21 и 1.20 Å, се во картичката JCPDS 00 035 0752.



Слика 8. Рендгенски дифрактограм на халкопирит (Ch- халкопирит)

*Сфалерит* ( $ZnS$ ) е главен минерал на цинкот. Кристализира хексагонално,  $\bar{4}3m$ ,  $a = 5.406 \text{ \AA}$ ,  $Z=4$ ,  $V= 157.99 \text{ \AA}^3$ . Се појавува во добро оформени кристали на кои се развиени следниве форми:  $\{111\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{211\}$ ,  $\{112\}$ ,  $\{110\}$ . Се јавуваат близнаци по  $\{111\}$ . По боја е жолто кафеав до црн (Сл.9). Бојата на огребот е од светло жолта до жолто-кафеава. Тврдината  $3\frac{1}{2}$ -4, а густината  $\rho = 3,9 \text{ g/cm}^3$ . Во Злетово сфалеритот се јавува во повеќе генерации, наместа покажува структура на распаѓање на цврст раствор со емулзии на халкопирит, најчесто е метаколоиден до

коломорфен со зонарна градба и различни внатрешни рефлексии.

Слабо е кристален, често пати емулзионо сраснат со галенит, халкопирити тенантит, метасоматски развиен во галенитот или потиснуван од галенитот (Серафимовски, Александров, 1995).

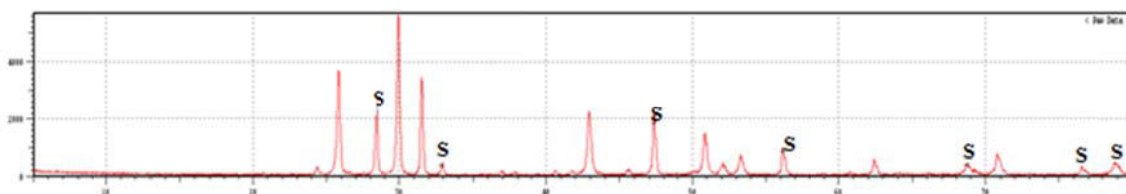
Рендгенскиот дифрактограм на сфалеритот е даден на (Сл. 10). Главни рефлексии се: 3.13(100), 1.92(50) и 1.63(30). Овие резултати се во согласност со податоците од картичката JCPDS 00 024 1137.



Слика 9. Сфалерит и барит (бело)



Слика 11. Кварц од Злетово



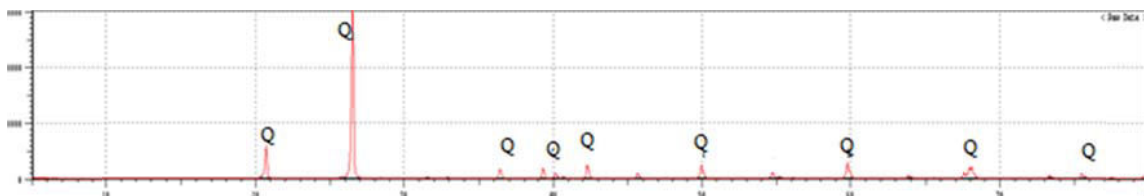
Слика 10. Рендгенски дифрактограм на сфалерит (S- сфалерит)

*Кварц* ( $SiO_2$ ) според кристалната структура претставува силикат, додека според хемиската формула е оксид. Во Злетовскиот руден реон кварцот е еден од најзастапените минерали кој се среќава во сите минерални парагенези во асоцијација со бројни сулфиди,

сулфосоли, оксиди и карбонати (Серафимовски, Александров, 1995). Тој е развиен во друзи со сивкаста боја се јавува заедно со калцит и повеќе сулфидни минерали (Сл.11). Кристализира тригонално,  $32$ ,  $a = 4.9133 \text{ \AA}$ ,  $c = 5.4053 \text{ \AA}$ ,  $Z=3$ ,  $V=113.00$

Å<sup>3</sup>. Најзастапени кристални форми се: {011}, {112}, {101}. Сјајноста му е стакласта. Тврдината е 7, а густината  $\rho = 2,65 \text{ g/cm}^3$ . Крт е. Во микроскопски препарати кварцот е безбоен, без цепливост и појави на метаморфоза. Покажува низок релјеф и сиви интерферентни бои. Индексите на прекршување се мали. No-1.554, Ne-1.553. Оптички е позитивен. Интерферира во бела и

сива боја од прв ред. Рендгенскиот дифрактограм на кварцот е даден на (Сл.12). Добиените податоци се во потполна согласност со податоците од картичка JCPDS 00 033 1161. Најинтензивни пикови кварцот има на: 3.34 (100), 4.25(22), 1.81(14) и други со послаб интензитет на: 2.45, 2.28, 2.23, 2.12, 1.97, 1.67, 1.65, 1.65, 1.54, 1.38, 1.37, 1.37, 1.25, 1.22, 1.19 Å.

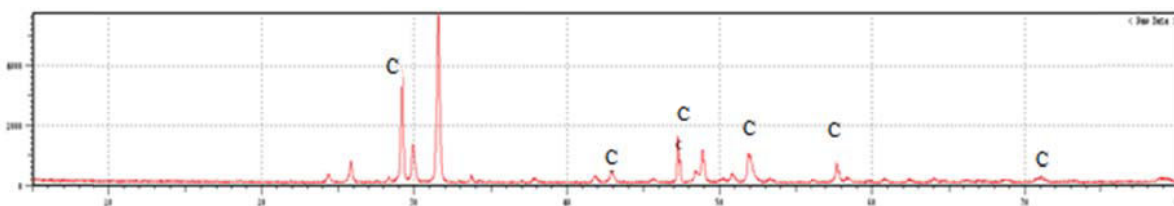


Слика 12.. Рендгенски дифрактограм на кварц (Q- кварц)

Калцит ( $\text{CaCO}_3$ ) кристализира тригонално,  $\bar{3}m$ ,  $a=4.989 \text{ Å}$ ,  $c=17.062 \text{ Å}$ ,  $Z=6$ ,  $V=367.78 \text{ Å}^3$ . Има жолтеникаво кафеава или сивкаста боја. Крт е. Има тврдина 3, а густината  $\rho = 2,71 \text{ g/cm}^3$ . Сјајноста му е стакласта до бисерна. Оптички е негативен. No=1.658, Ne=1.486.

Псеудоапсорпцијата на различни пресеци покажува различен интензитет. Најјака е во пресекот кој е паралелен со кристалографската оска "с". Под вкрстени николиинтерферира во бела боја од повисок ред. Често се забележуваат полисинтетички сраснувачки ламели по рамнината {0112} кои се паралелни со подолгата дијагонала на ромбот. Поради ромбодарската цепливост покажува симетрично потемнување. Се јавува

заедно со галенит, халкопирит, родохрозит. Во Злетово, калцитот е претставник на средно до ниско-температурната сулфидно-сулфосолна и ниско-температурната оксидно-карбонатна парагенеза каде се јавува со галенит, сфалерит, халкозин, тетраедрит, лузонит, фаматинит, сидерит, родохрозит, барит, опал, калцедон и др (Серафимовски, Александров, 1995). Од рендгенскиот дифрактограмна (Сл. 13), се гледа дека калцитот има најинтензивни пикови на 3.03(100), 1.92(80), 1.87(70) и повеќе пикови со послаб интензитет на 2.10, 1.60, 1.52, 1.44 Å. Картичката со која е спореден добиениот дифрактограм на калцитот е JCPDS 00 002 0623.



Слика 13. Рендгенски дифрактограм на калцит (C-калцит)

## ЗАКЛУЧОК

Врз основа на одредените минералоски карактеристики и добиените резултати од рендгенско дифракционата анализа во Злетово е утврдено присуство на следниве позначајни минерали: галенит, сфалерит, барит, родохрозит, халкопирит, кварц и калцит.

Резултатите добиени со рендгенско дифракционата анализа се споредени со податоците од соодветните JCPDS картички. Користена е база на податоци ICDD (International Center for Diffraction Data) и PDF2софтвер-пребарувач.



**Трет Конгрес на Геолозите на Република Македонија**  
**Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia**

**ЛИТЕРАТУРА**

- Блечиќ, Н., 1981: Студија физичко-хемиских услова генезе лежишта Pb-Zn Злетово, на бази инклузија рудних раствора. РГФ-Београд, Београд.
- Блечиќ, Н., 1983: Извори рудних компоненти хидротермалних лежишта (упоредна анализа генетских модела на примеру рудног лежишта Злетово). Докторска дисертација, Београд.
- Денковски, Ѓ., 1974: Минерагенеза на жица бр. 2 во рудникот Добрево. -VIII Југословенски Геолошки Конгрес, Кн. 5, стр. 41-54, Блед.
- Ефремов, И., 1993: Металогенија на Кратовско-Злетовската вулканска област. Докторска дисертација, Штип.
- Зариќ, П., 1982: Минералозна испитивања у руднику Злетово: у студији: Регионална и детаљна металогенетска истраживања рудног поља Злетово, РГФ-Београд, Београд.
- Ракиќ, С., 1978: Неке структурне и генетске особености полиметаличног оруднења у Злетовском рудном пољу. -IX Конгрес Геолога Југославије, стр. 611-619, Сарајево.
- Серафимовски, Т., 1990: Металогенија на зоната Леце-Халхидик, Докторска дисертација, Штип.
- Серафимовски, Т., 1993: Criteria for the metallogenetic distribution in the Kratovo-Zletovo ore district and ore mineralization zonality. Annual of the University of mining and geology, 39, 1, 73-78, Sofia.
- Серафимовски, Т., Боев, Б., 1990-91: Хидротермални измени во олово-цинковото наоѓалиште Злетово врз примерот на рудна жица II и III, *Geologica Macedonica*, Т. 5, Nr. 1, 121-132, Штип.
- Serafimovski, T., Dolenc, T., Tasev, G., 2006: New data concerning the major ore minerals and sulphosalts from the Pb-Zn Zletovo Mine, Macedonia, *RMZ- Materials and Geoenvironment*, Vol. 52, No. 3, pp. 535-548.
- Серафимовски, Т., Петров, Г.: 1990-91: Морфоструктурни карактеристики на рудниот реон Кратово-Злетово, *Geol. Maced.* Т. 5, Nr. 1, 133-148, Штип.
- Серафимовски, Т., Александров, М., 1995: Наоѓалишта на олово и цинк во Република Македонија, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Рударско-геолошки факултет – Штип, Геолошки отсек, *Посебно издание бр. 4*, Штип.